

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський політехнічний інститут»

**ПОБУДОВА ПЕРЕРІЗІВ ЦИЛІНДРА ТА КОНУСА
ПРОЕКТУЮЧОЮ ПЛОЩИНОЮ**

Методичні вказівки для практичної та самостійної роботи
студентів з дисципліни
нарисна геометрія та інженерна графіка

Харків 2017

УДК 514.18(075)
О75

Рецензент:

О. Ю. Ніщин, д-р техн. наук, проф. кафедри «Геометричного моделювання та комп'ютерної графіки» Національного технічного університету «ХПІ»

Авторський колектив: І.Ю. Адашевська к.т.н., доц.; О.О. Краєвська доц.

Затверджено редакційно-видавничою радою університету,
№ 1 від 03.02.2016г.

Побудова перерізів циліндра та конуса проєктуючою площиною : методичні вказівки / І.Ю. Адашевська, О.О. Краєвська. – Харків : «НТМТ», 2017. – 36с. Укр. мовою.

ISBN 978-617-578-179-1

Майбутній спеціаліст повинен навчитися сприймати поверхню деталі як набір деяких базових поверхонь, тобто повинен вміти робити геометричний аналіз поверхні деталі, уявити її як сукупність окремих поверхонь, а також зуміти подумки "зібрати" деталь з цих базових поверхонь, тобто зуміти синтезувати необхідну поверхню.

Призначено для студентів вищих навчальних закладів інженерно-технічних спеціальностей

Іл.22 Библиогр.:4 назв.

ISBN 978-617-578-179-1

УДК 514.18(075)

© І.Ю. Адашевська, 2017

© О.О. Краєвська, 2017

ВСТУП

Кресленик в техніці є єдиним і незамінним засобом виразу людських ідей, він необхідний в найрізноманітніших проявах багатобічної діяльності людини. У зв'язку з цим кресленик не тільки повинен визначати форму, розміри поверхонь, їх властивості, але і бути досить простим в графічному виконанні.

Кресленик – це основний технічний документ. Кресленик містить зображення предметів (машин, споруд тощо), виконаних із зазначенням розмірів, масштабу, складу тощо, які однозначно визначають ці предмети. Кресленик має всі необхідні дані для виготовлення й контролю зображених предметів. Побудова кресленика – процес творчий, заснований на знанні спеціальних законів і вміння використовувати ці закони на практиці. Тому освоєння сучасного технологічного обладнання, машин, приладів і т. д. неможливо без знання креслення, необхідного кожному фахівцю і кваліфікованому робітнику, пов'язаного з технікою, виготовленням виробів, складанням, монтажем і контролем.

Процес виконання креслеників деталей є всього лише заключним етапом творчої діяльності інженера. Цьому етапу передують складний процес розумової діяльності, який, власне, і визначає професійний рівень спеціаліста.

Майбутній спеціаліст повинен навчитися сприймати поверхню деталі як набір деяких базових поверхонь, тобто повинен вміти робити геометричний аналіз поверхні деталі, уявити її як сукупність окремих поверхонь, а також зуміти подумки "зібрати" деталь з цих базових поверхонь, тобто зуміти синтезувати необхідну поверхню. Лише відтворивши в своїй уяві геометричну модель проектованої деталі, інженер може приступити до її зображення засобами умовних креслярських знаків.

Щоб викреслити складну технічну деталь, потрібно навчитись викреслювати прості геометричні форми, з яких складаються деталі, – призми, циліндри, сфери і т. п. Проектування геометричних тіл полягає не тільки в побудові за заданими розмірами проєкцій цих тіл, але і в умінні провести повний аналіз креслення; тобто вказати ребра, вершини, грані, що утворюють, визначити взаємне розташування цих елементів, вказати видимі і невидимі частини фігури, визначити проєкції точок, що лежать на поверхні тіла, проставити розміри і т. п.

Уявлення про поверхню як про сукупність всіх послідовних положень деякої лінії, що переміщається у просторі, зручно для графічних побудов.

Поверхні обертання поширені в техніці. Це пояснюється тим, що багато поверхонь технічних форм обробляються на верстатах при відносному обертальному русі ріжучого інструмента і виробу.

Поверхня, утворена обертанням якої-небудь лінії (утворюючою) навколо заданої прямої, осі, називається поверхнею обертання. Конічна і циліндрова поверхні, сфера, тор, еліпсоїд і тому подібне – приклади поверхонь обертання.

1. Прямий коловий циліндр

Зміст завдання. Побудувати три проекції прямого колового циліндра, що містить виріз, і його переріз проектуючою площиною.

Мета завдання. Закріпити знання з побудови трьох проекцій геометричних тіл. Дати основні поняття про утворення циліндра обертання, ознайомитись з основними елементами циліндричної поверхні. Практично навчити визначати відсутні проекції точок і ліній на поверхні циліндра та будувати перерізи проектуючими площинами.

Вихідні дані. Для виконання самостійної роботи студенту надається індивідуальне завдання, що складається з двох проекцій циліндра, одна з них недобудована. Добудувати одну з цих проекцій циліндра і побудувати його третю проекцію.

Послідовність виконання завдання. Перш ніж розпочати виконання завдання, розглянемо з основними елементами циліндричної поверхні.

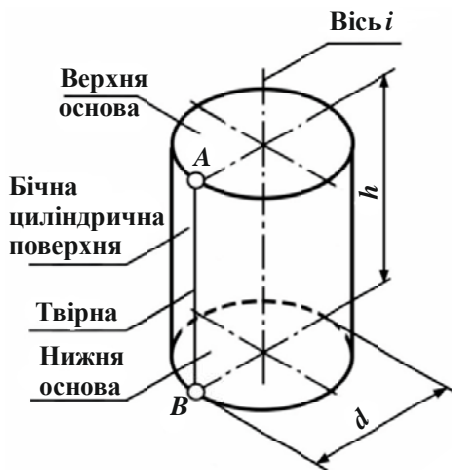


Рисунок 1.1

Циліндром обертання називається поверхня, утворена обертанням прямої лінії (твірної) навколо деякої осі, що паралельна їй. Основою такого циліндра, перпендику-

лярною до його осі, є коло.

Твірні бічної поверхні перпендикулярні площині основи. Прямая i – вісь циліндра, а відрізок AB – його твірна. Відстань між площинами основ циліндра h називається висотою (рис.1.1).

Побудова перерізів циліндра проєктуючими площинами.

Переріз поверхонь геометричних тіл площиною – це плоска фігура, точки якої належать і до поверхні тіла, і до січної площини. В перерізах циліндра обертання площиною можна одержати різні фігури:

- коло, якщо площина перпендикулярна осі циліндра (рис.1.2, *а*);
- прямокутник, якщо площина паралельна осі циліндра (рис.1.2, *б*);
- зрізаний еліпс, якщо січна площина перерізає одну або обидві основи циліндра (рис.1.2, *в*),
- еліпс, якщо січна площина нахилена до осі циліндра. При цьому, якщо січна площина перерізає всі твірні, еліпс виходить замкненим (рис.1.2, *г*).

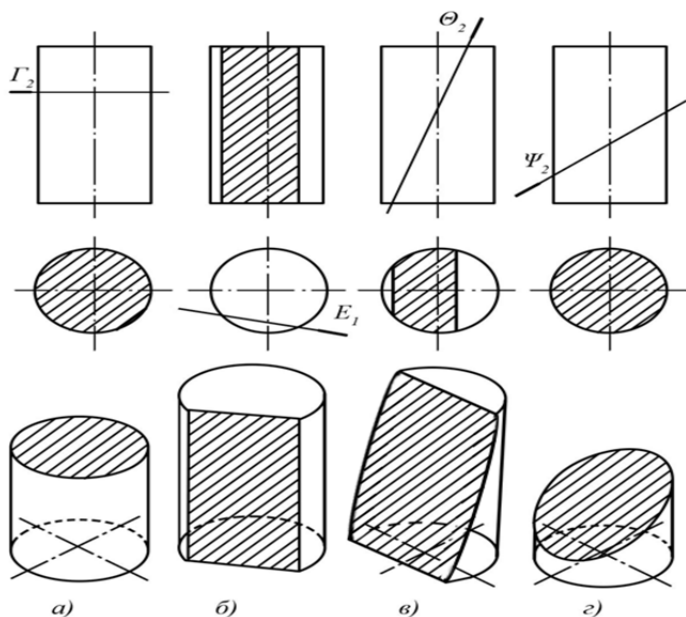


Рисунок 1.2

На рис.1.3 в трьох проекціях зображено циліндр обертання. На горизонтальну площину циліндр проектується в коло діаметром d , що співпадає з проекціями обох основ. На площині Π_2 циліндр зображується прямокутником, висота якого дорівнює висоті циліндра, а ширина – діаметру. На профільній площині проекцій циліндр зображується прямокутником таких самих розмірів, як і на фронтальній проекції. На горизонтальній проекції видимою є лише верхня основа циліндра. На фронтальній проекції видимою є передня частина циліндричної поверхні. Межею, що відділяє видиму частину поверхні від невидимої, є твірні AB (A_2B_2) і CD (C_2D_2). На профільній проекції межею, що відділяє видиму частину від невидимої, є твірні циліндра EL (E_3L_3) і KF (K_3F_3) (рис.1.3).

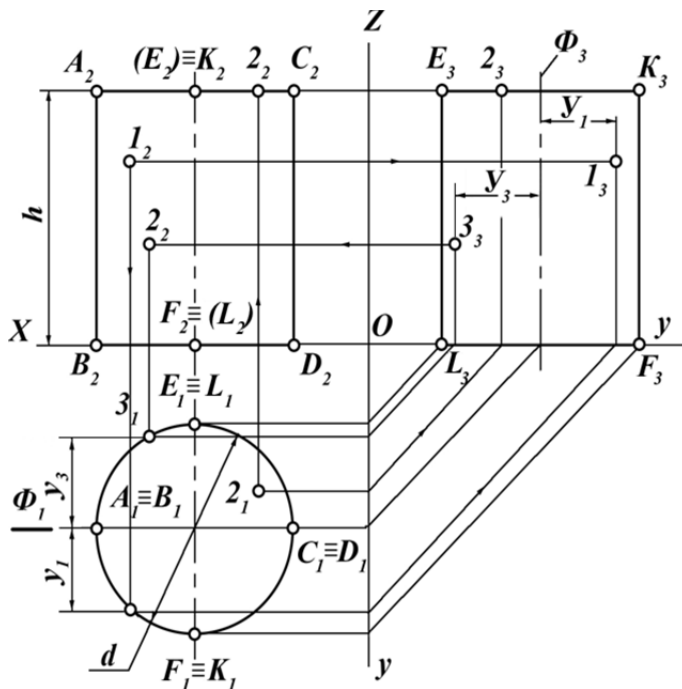


Рисунок 1.3

Розглянемо побудову довільних точок на поверхні циліндра. Наприклад, дано фронтальну проекцію F_2 точки F , що розташована на передній видимій частині поверхні циліндра. Оскільки бічна поверхня циліндра є проєктуючою поверхнею до горизонтальної площини проєкцій, то горизонтальні проєкції усіх точок, що розташовані на циліндричній поверхні, будуть перебувати на нarisі. Проводимо з фронтальної проєкції F_2 вертикальну лінію зв'язку до перетину з передньою напівдугою кола, одержуємо горизонтальну проєкцію F_1 точки F . Профільну проєкцію F_3 можна визначити за допомогою II закону проєкційного зв'язку: фронтальна та профільна проєкції точки лежать на одному перпендикулярі до осі OZ ; III закону проєкційного зв'язку: відстань від горизонтальної проєкції точки до осі OX дорівнює відстані

від профільної проекції точки до осі OZ .

Дано горизонтальну проекцію 2_1 точки, розташованої на верхній основі циліндра, яка на фронтальній площині проєкцій зображується відрізком A_2C_2 . Відповідно до I закону проєкційного зв'язку проводимо лінію зв'язку з горизонтальної проекції 2_1 до перетину з відрізком A_2C_2 , одержуємо фронтальну проекцію 2_2 точки 2.

Дано профільну проекцію 3_3 точки 3, розташованої на видимій половині циліндричної поверхні. Визначаємо проєкції точки, яких недостатньо. Для цього спочатку знаходимо її горизонтальну проекцію 3_1 , як показано на рис.1.3, а потім з проєкцій 3_1 і 3_3 проводимо на фронтальну площину лінії зв'язку, перетин яких і визначає профільну проєкцію 3_2 точки 3.

Отже, можна перейти до побудови трьох проєкцій прямого колового циліндра, що містить виріз і його переріз з проєктуючою площиною. В лівій половині формату, згідно з завданням, в масштабі 1:1 будуємо дві проєкції циліндра. Далі будуємо профільну проєкцію циліндра, якої недостатньо, без урахування вирізу (рис.1.4). Заданий наскрізний отвір, утворений площиною горизонтального рівня $\Omega(\Omega_2)$, фронтально-проєктуючою циліндричною поверхнею $\Sigma(\Sigma_2)$, фронтально-проєктуючою площиною $\Psi(\Psi_2)$, площиною горизонтального рівня $\Delta(\Delta_2)$ і фронтально-проєктуючою площиною $\Phi(\Phi_2)$.

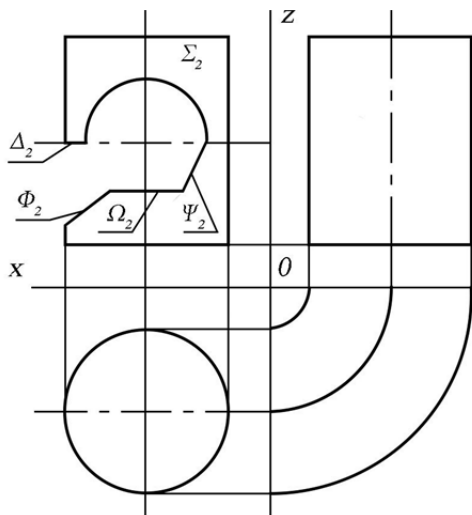


Рисунок 1.4

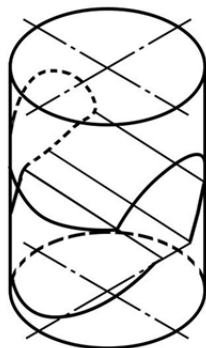


Рисунок 1.5

Необхідно побудувати третю проекцію цього геометричного тіла, наочне зображення якого надано на рис.1.5.

Площина Φ перерізає циліндричну поверхню по еліпсу (рис.1.6), побудову якого почнемо з характерних точок $1, 3, 3'$. Точка 1 є точкою перетину лівої нарисної твірної циліндра з площиною Φ . Горизонтальну проекцію 1_l цієї точки одержимо, якщо проведемо лінію зв'язку до перетину з горизонтальною проекцією бічної поверхні циліндра. Профільна проекція 1_3 точки 1 визначається на перетині ліній зв'язку, проведених з горизонтальної і профільної проекцій 1_l і 1_2 точки 1 (рис.1.6).

Відрізок $3-3'$ є лінією перетину площини Φ з площиною Ω (див. рис.1.4). Горизонтальні проекції 3_l і $3_l'$ точок 3 і $3'$ можна визначити, якщо провести лінію зв'язку з фронтальної проекції цих точок до перетину з горизонтальною проекцією циліндра (колом). Для визначення профільних проекцій 3_3 і $3_3'$, точок 3 і $3'$ відкладемо на лінії зв'язку, проведений з фронтальної проекції цих точок, від осі симетрії координат.

нати Y_3 і, як показано на рис.1.5. Для побудови дуги еліпса трьох точок недостатньо, тому потрібно побудувати ще 2–3 проміжні точки, як такі обираємо точки 2 і 2'. Побудова горизонтальних і профільних проєкцій цих точок аналогічна побудові точок 3 і 3'. Послідовно з'єднавши одержані проєкції $1_3, 2_3, 3_3, 3'_3, 2'_3, 1_3$ за допомогою лекала, одержимо профільну проєкцію лінії перетину циліндра площиною Φ , яка на фронтальну площину проєкується у відрізок прямої ($1-2-3$), а на горизонтальну площину – в дугу кола ($1_I-2_I-3_I-3'_I-2'_I$).

Горизонтальна площина Ω (див. рис.1.4) перерізає циліндричну поверхню по колу, діаметр якого дорівнює діаметру кола основи циліндра, тому горизонтальною проєкцією перерізу буде частина кола $3_I-5_I-4_I-4'_I-5'_I-3_I$, обмежена його дугами. На профільну площину проєкцій ця частина кола спроекується у відрізок прямої $5_3-5'_3$ (рис.1.6).

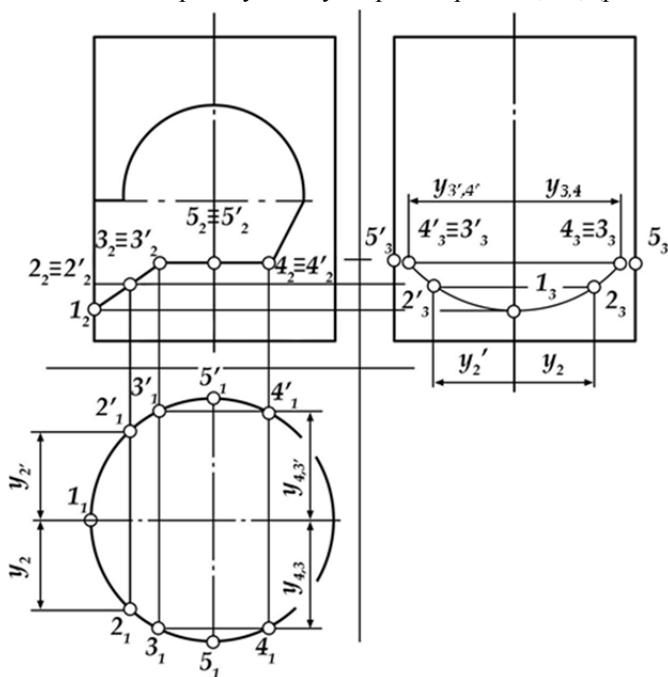


Рисунок 1.6

Фронтально-проектуюча площина Ψ перерізає циліндричну поверхню по еліпсу, побудови якого здійснюють аналогічно побудові проєкцій перерізу площиною Φ (рис.1.7).

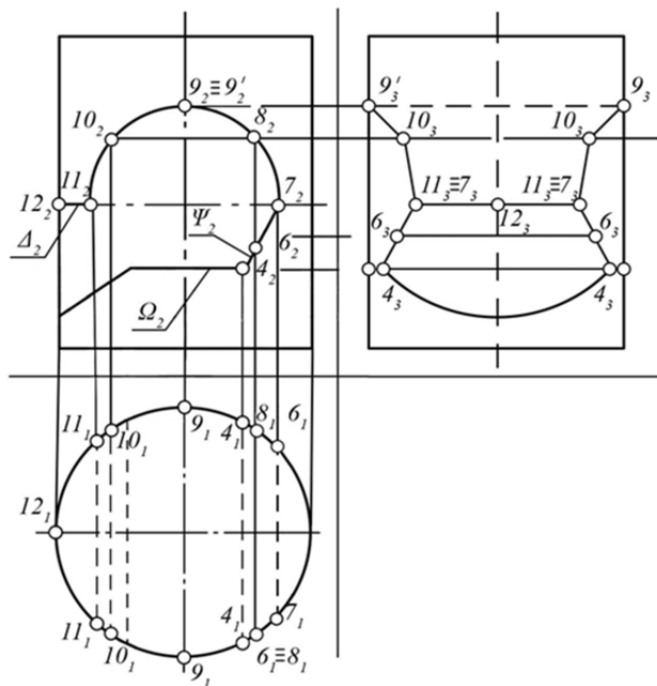


Рисунок 1.7

Фронтально-проектуюча циліндрична поверхня Σ перерізає циліндр по деякій кривій. Побудову цієї кривої також будемо вести по точках. Визначаємо положення крайніх точок на цій кривій. Це точки 9 і 9', 7 і 7', 11 і 11' (рис.1.7) – точки перетину обрисних твірних циліндричного отвору з основним циліндром. Горизонтальні проєкції цих точок знаходяться на горизонтальній проєкції кола основи. Точки 9 і 9' знаходяться на обрисних твірних циліндра, тому, щоб побудувати їх

профільні проекції, достатньо провести лінію зв'язку до перетину з профільними проекціями цих твірних. Профільні проекції точок 11 і $11'$, 7 і $7'$ будемо, використовуючи координати y_{11} ; y'_{11} ; y_7 ; y'_7 . Проміжні точки 10 , $10'$, 8 , $8'$ на цій кривій будуються аналогічно.

Горизонтальна площина Δ , як і площина Ω , перерізає поверхню циліндра по колу $11-12-11'$, яке проектується на профільну площину проекцій у відрізок прямої $11_3-11'_3$.

При визначенні видимості будемо вважати циліндр непрозорим тілом. На горизонтальній проекції покажемо лінією невидимого контуру пряму $11-11'$ перетину площин із циліндричною поверхнею Σ ; пряму $7-7'$ перетину циліндричної поверхні з площиною; пряму $4-4'$ перетину площини з площиною Φ .

На рис.1.8 циліндр перерізаний горизонтально-проектуючою площиною $\Sigma(\Sigma_1)$. Потрібно побудувати натуральну величину перерізу, яка може бути визначена, якщо маємо дві її проекції. Горизонтальна проекція перерізу співпадає зі слідом Σ_1 січної площини Σ і являє собою відрізок прямої 1_1-2_1 . Побудова фронтальної проекції перерізу полягає в побудові перерізу основного циліндра площиною Σ . Це буде прямокутник $1'_2-1_2-2_2-2'_2$, оскільки проекції інших елементів перерізу співпадають із фронтальною проекцією наскрізного отвору. При цьому площина Σ перетинається з площинами отвору по прямих $3-4$; $4-5$; $5-6$; $10-3$; з циліндричним отвором – по еліпсу.

Фронтальна проекція перерізу окреслюється суцільною тонкою лінією і заштриховується, як показано на рис.1.8.

Натуральну величину перерізу визначаємо способом заміни площин проекцій. Площину Π_2 замінимо на нову площину Π_4 , перпендикулярну Π_1 і паралельну площині перерізу $\Sigma(\Sigma_1)$. (рис.1.8).

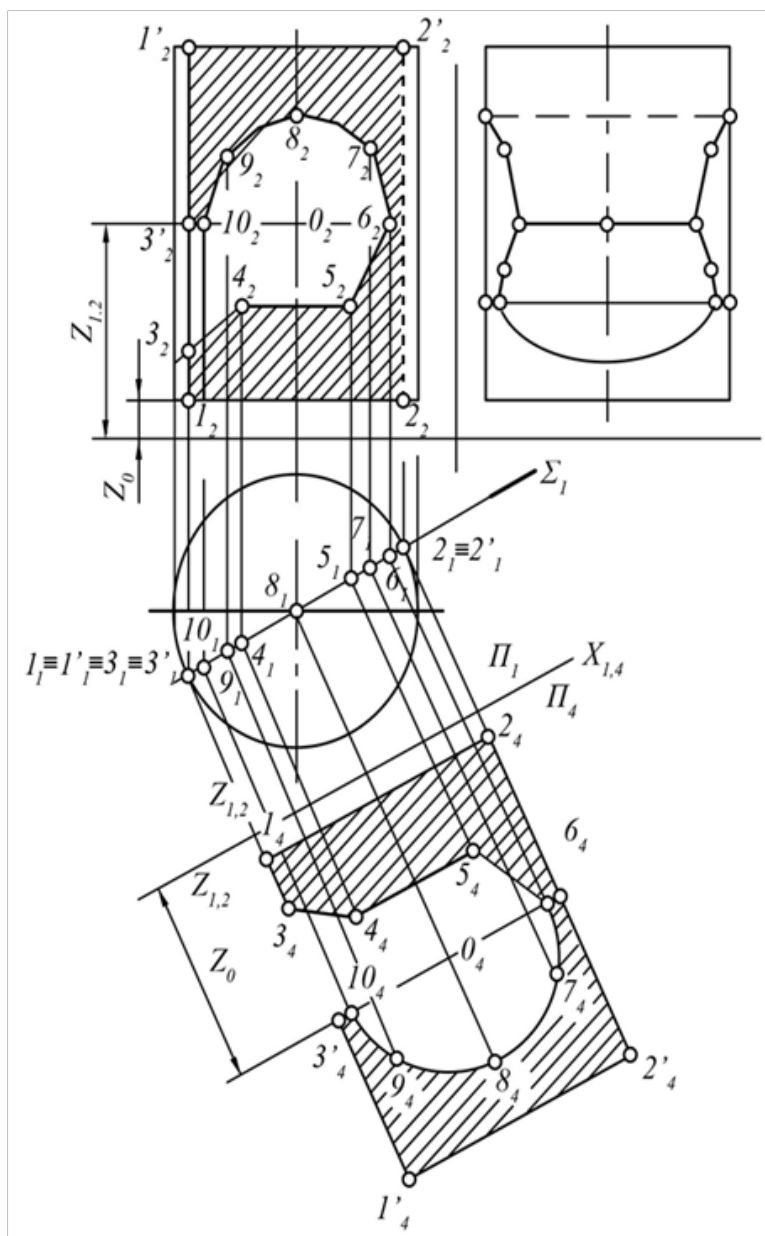


Рисунок 1.8

Нова вісь $x_{1,4}$ паралельна сліду Σ_1 , а нові лінії зв'язку перпендикулярні їй. Відстані проєкцій $1'_4, 2'_4, 1_4, 5'_4, 7_4, 6_4$ і т.д. на новій площині Π_4 від осі $x_{1,4}$ дорівнюють відстаням проєкцій цих самих точок на заміненій площині Π_2 від осі $x_{1,2}$. Наприклад, фронтальна проєкція 0_2 точки O розташована від осі $x_{1,2}$ на відстані Z_0 , проєкція 0_2 цієї самої точки O на новій площині проєкцій Π_4 буде розташована від нової осі $x_{1,4}$ на такій самій відстані Z_0 . Аналогічно будемо проєкції $1_4, 2_4, 2'_4, 1'_4, 3'_4, 5'_4, 7_4, 6_4, 5_4, 3_4$. Слід звернути увагу на побудову еліпса, що виходить в перерізі циліндричного отвору площиною Σ . Велика вісь еліпса $10-6$ дорівнює відстані 10_I-6_I між точками перетину січної площини Σ (Σ_1) з обрисними твірними циліндричного отвору. Мала піввісь еліпса $0-8$ ($0_2\delta_2; 0_4\delta_4$) перпендикулярна до великої осі, ділить її на дві рівні частини і дорівнює радіусу циліндра. Одержаних точок ($10, 6, 8$) для побудови вказаного еліпса недостатньо, тому додатково обираємо проміжні точки $7, 9$. Горизонтальні проєкції вказаних точок співпадають зі слідом Σ_I січної площини Σ , а фронтальні проєкції $7_2, 9_2$ визначаються за належністю до фронтальної проєкції циліндричного отвору (рис.1.8). Обрані точки проєктуюємо на площину Π_4 аналогічно точкам $10, 6, 8$ і т.д.

Розглянемо наступний приклад, коли циліндр перерізається профільно-проектуючою площиною $\Theta(\Theta_3)$ (рис.1.9). При перетині вертикального циліндра площиною, нахиленою до його осі, в перерізі, як зазначалося вище (див. рис.1.2, ε), отримаємо еліпс, горизонтальна проєкція якого співпадає з горизонтальною проєкцією самого циліндра. Натуральну величину перерізу будемо будувати методом заміни площин проєкцій, як у попередньому прикладі. Замінюємо профільну площину Π_3 на нову площину Π_4 , розташовану перпендикулярно площині Π_3 і паралельно площині $\Theta(\Theta_3)$, але на відміну від попереднього прикладу, всі побудови будемо вести не в прямому проєційному зв'язку, а на вільному полі креслення, що дозволяє раціонально його використати. Спочатку, задамо вісь перерізу y_{34} , як показано на рис.1.9.

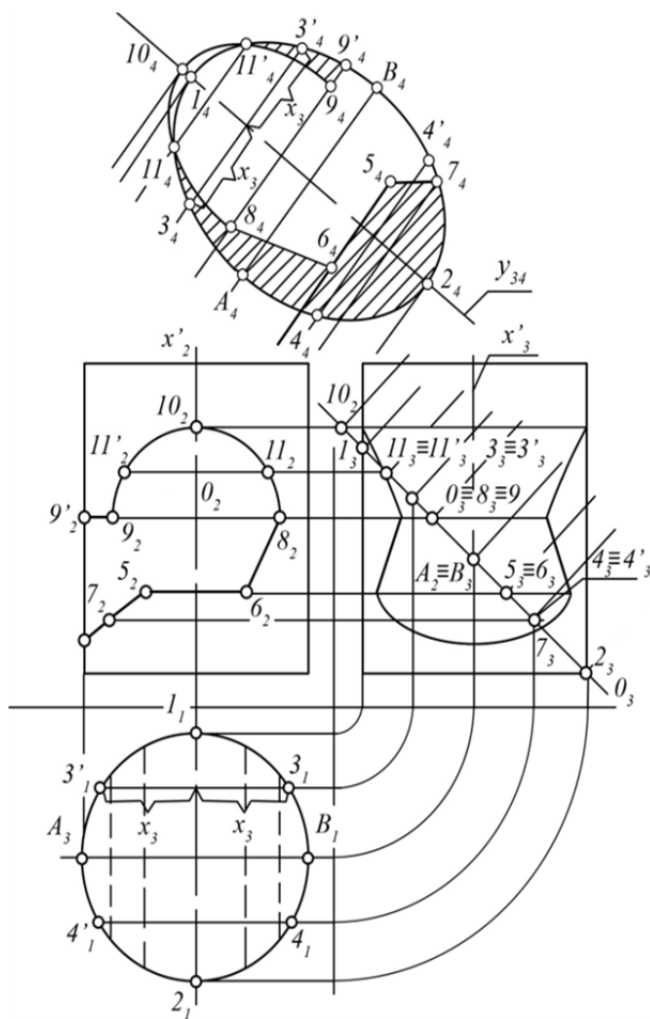


Рисунок 1.9

Еліпс почнемо будувати з великої осі $1-2$, яку розташуємо на осі x'_4 . Величина великої осі еліпса $1-2$ визначається на профільній проекції як відстань між проекціями 1_3 і 2_3 точок 1 і 2 перетину січної площини з обрисними твірними циліндра. Мала вісь AB (A_3B_3) еліпса дорівнює діаметру циліндра і проводиться через середину великої осі

перпендикулярно до неї. Далі будуємо проміжні точки еліпса $3, 3' (3_4, 3'_4)$ і $4, 4' (4_4, 4'_4)$, для чого спочатку задаємо їх профільні проекції 3_3 і $3'_3$; 4_3 і $4'_3$, а потім знаходимо їх горизонтальні проекції 3_1 і $3'_1$; 4_1 і $4'_1$ за належністю до проекції бічної поверхні циліндра. Проектуємо одержані точки на площину Π_4 , як показано на рис.1.9, з'єднавши проекції $1_4-3_4-B_4-4_4-2_4-4_4-A_4-3_4-1_4$, одержимо натуральну величину перерізу основного циліндра площиною $\Theta(\Theta_3)$.

Переходимо до побудови перерізу поверхні вирізу. Площина Θ перерізається з площинами цього вирізу по прямим $7-5 (7_3-5_3)$, $5-6 (5_3-6_3)$, $6-8 (6_3-8_3)$, $9-9' (9_2-9'_2)$. Вимірявши відстані від осі циліндра на площині проекцій Π_2 до проекцій $7_2, 5_2, 6_2, 8_2, 9_2, 9'_2$ (тобто координати вказаних точок) і відклавши їх від осі x'_4 , як показано на рис.1.9, одержуємо проекції цих точок на площині Π_4 .

Циліндрична поверхня вирізу перерізається площиною Θ по еліпсу. Положення великої осі співпадає з великою віссю основного еліпса, тому переносимо проекції точок $10 (10_3)$ і $0 (0_3)$ на цю вісь. Мала вісь $8-9 (8_4-9_4)$ перпендикулярна до великої півосі $0-10 (0_4-10_4)$ і дорівнює діаметру циліндричного отвору. Проміжні точки 11 і $11'$ визначаються аналогічно точкам $5, 6, 7$, з'єднавши послідовно одержані проекції $8_4, 11_4, 10_4, 11'_4, 9_4$, одержуємо еліпс, що відповідає перетину циліндричного отвору площиною.

Частина площини, розміщеної між цією лінією і зовнішнім еліпсом $10_4, 3_4, 9_4, 4_4, 2_4, 4_4, A_4, 3_4$, є натуральною величиною перерізу циліндра площиною Θ , яка штрихується під кутом 45° відносно основного напису.

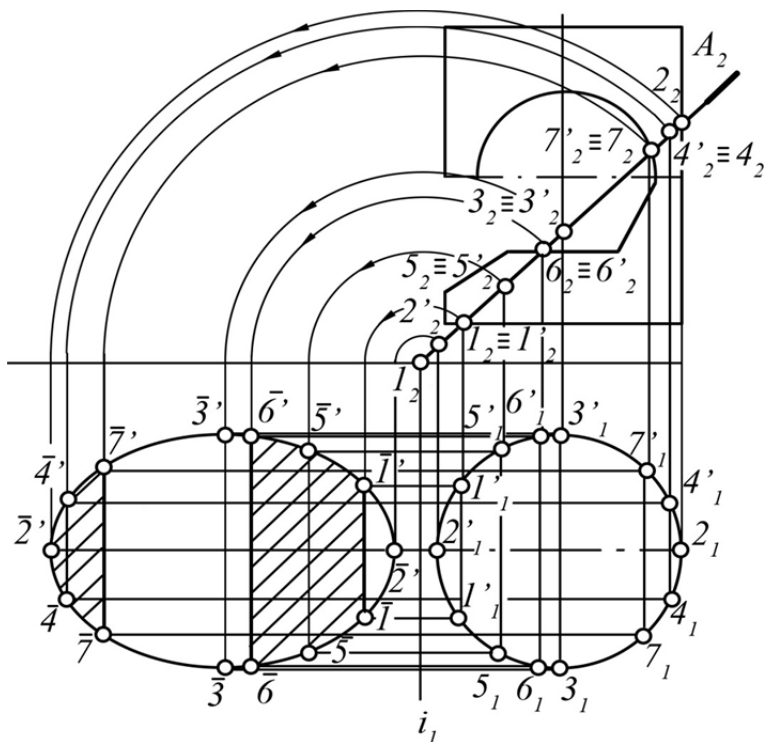


Рисунок 1.10

Розглянемо приклад, де циліндр перерізається фронтально-проектуючою площиною $\Lambda(\Lambda_2)$ (рис.1.10). Січна площина перерізає циліндр під кутом до його осі, тому в перерізі виходить еліпс (див. рис.1.2, з). Фронтальна проекція фігури перерізу співпадає з фронтальним слідом Λ_2 площини Λ , а горизонтальна проекція перерізу співпадає з горизонтальною проекцією циліндричної поверхні.

Натуральну величину перерізу побудуємо для прикладу способом обертання навколо проектуючої прямої $i(i_1, i_2)$. На фронтальну площину проєкцій переріз спроектується у відрізок 1_2-2_2 . Повернемо фронтальну проєкцію перерізу (відрізок 1_2-2_2) до положення, пара-

лельного горизонтальній **площині** проєкцій, тоді на горизонтальну площину проєкцій переріз спроектується в натуральну величину. Велику вісь еліпса можна визначити по точках перегину фронтальних обрисних твірних циліндра з площиною A (A_2). Ці точки 2 і 2'. Мала вісь еліпса буде дорівнювати діаметру 3–3' циліндра. Знаходимо проміжні точки еліпса на фронтальній проєкції перерізу і будуємо їх на натуральній величині перерізу методом обертання навколо проєктуючої прямої (див., наприклад, побудову точок 4 і 4'). Поверхня отвору перерізається площиною по прямих 6–6' і 7–7'; основа циліндра, що потрапляє в січну площину, є прямою 1–1'. Таким чином, переріз циліндра складається з двох частин одного еліпса, які необхідно заштрихувати під кутом 45° до основного напису.

Запитання для самоперевірки

1. Яка геометрична поверхня називається циліндром обертання?
2. За наданою профільною проєкцією **точки** визначити горизонтальну і фронтальну проєкції цієї точки на поверхні циліндра.
3. Яка фігура буде одержана в перерізі циліндра, якщо січна площина паралельна площині основи, паралельна осі обертання або перетинає її?
4. В чому суть побудови перерізу методом заміни площини проєкцій?
5. В чому суть побудови перерізів методом плоско-паралельного переміщення?
6. Як визначити проєкції точки, яких недостатньо, якщо задане її положення на перерізі?

2. Прямий коловий конус

Зміст завдання. Побудувати три проекції прямого колового конуса і переріз проектуючою площиною.

Мета завдання. Закріпити знання студентів у побудові трьох проекцій геометричних тіл, а також перерізів проектуючими площинами.

Вихідні дані. Для виконання завдання студенту видається індивідуальне двокартинне креслення прямого колового конуса з вирізом.

Потрібно. Побудувати три проекції конуса і натуральну величину перерізу проектуючою площиною за завданням викладача.

Послідовність виконання завдання. Перш ніж розпочати виконання завдання, розглянемо з визначення, а також основні елементи конуса.

Прямий коловий конус являє собою геометричне тіло, обмежене бічною конічною поверхнею, одержаною обертанням прямої (твірної) навколо осі, що перерізається з нею, і площиною основи, перпендикулярною до цієї осі.

На рис.2.1 наведено прямий коловий конус і його основні елементи.

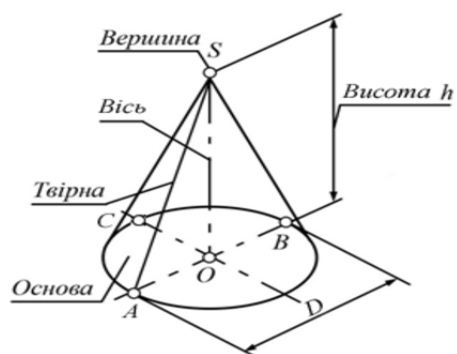


Рисунок 2.1

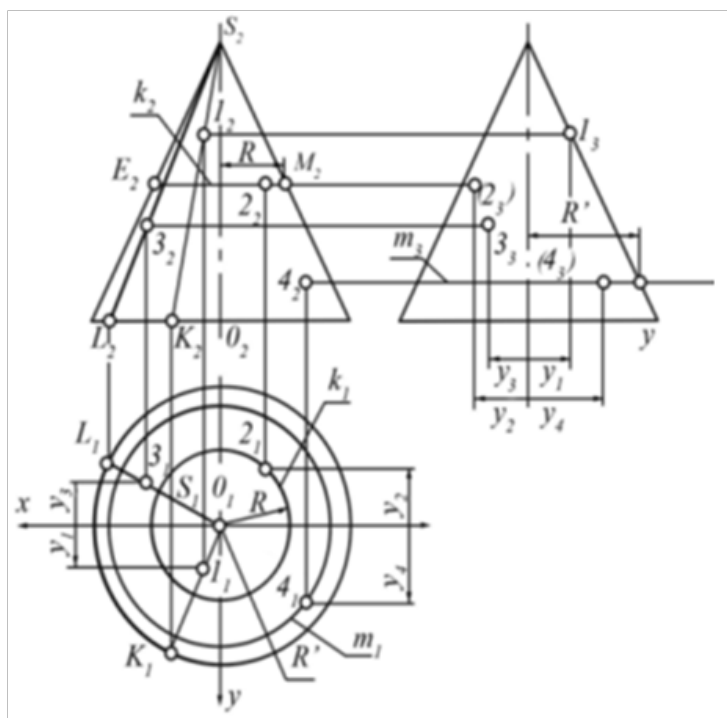


Рисунок 2.2

Розглянемо побудову проекцій конуса на комплексному кресленні (рис.2.2). На горизонтальну площину конус проектується в коло діаметром d , центр якого – проекція вершин конуса ($S_I = O_I$). На фронтальній і профільній площинах конус зображено рівнобедреним трикутником з основою, що дорівнює діаметру кола d , і висотою, що дорівнює висоті конуса h . Твірні AS і SB є обрисними відносно площини проекцій P_2 і поділяють бічну поверхню конуса на передню частину (видиму) і задню частину (невидиму). Твірні SC і SD – обрисні відносно площини P_3 . При цьому видимою є ліва частина поверхні конуса. На площині P_I видимою буде вся бічна поверхня.

Розглянемо побудову проекцій точок, що належать конічній поверхні. Побудова точок, що лежать на поверхні конуса, здійснюється на основі умов належності точки до поверхні: точка належить поверхні, якщо вона належить лінії, яка належить цій поверхні. Як такі допоміжні лінії використовують твірні (прямі лінії) або кола, що належать поверхні конуса.

Нехай задано фронтальну проекцію точки I (I_2), проводимо твірну SK (S_2K_2). Будуємо її горизонтальну проекцію S_IK_I і на перетині цієї проекції з вертикальною лінією зв'язку, проведеною з I_2 , одержуємо шукану проекцію точки I_I . Слід відзначити, що всі проекції точки I будуть видимими, тому що вони знаходяться на видимих частинах поверхні конуса.

Тепер побудуємо горизонтальну і фронтальну проекції точки 2 другим способом. Через точку 2 (2_2) перетнемо конус горизонтальною площиною рівня. Фронтальна проекція лінії перетину зобразиться відрізком E_2M_2 . Далі радіусом $R = E_2M_2/2$ з центру O_I на площині P_I проводимо коло, що є горизонтальною проекцією лінії перетину конуса та горизонтальної площини рівня. Перетин вертикальної лінії зв'язку, проведеної з 2_2 , з колом визначає горизонтальну проекцію 2_I точки 2. Згідно з II законом проекційного зв'язку відкладаємо на профільній проекції конуса ліворуч від осі конуса координату Y_2 , одержуємо профільну проекцію цієї точки. Горизонтальна проекція 2_I точки 2 – видима, а фронтальна 2_2 і профільна 2_3 проекції – невидимі.

Нехай тепер задано горизонтальну (3_1) проекцію точки 3. Побудуємо фронтальну і профільну проекції цієї точки. Побудову будемо вести одним із способів, розглянутих вище. Через S_1 і 3_1 проводимо горизонтальну проекцію твірної конуса S_1L_1 , потім будуємо її фронтальну проекцію S_2L_2 . На перетині лінії зв'язку, проведеної з 3_1 , з фронтальною проекцією цієї твірної одержуємо фронтальну проекцію 3_2 точки 3. Відклавши на горизонтальній лінії зв'язку ліворуч від осі конуса на профільній проекції координати точки u_3 , одержуємо її профільну проекцію. Горизонтальна і профільна проекції цієї точки видимі, фронтальна – невидима.

Задано профільну проекцію 4_3 точки 4, побудуємо її горизонтальну і фронтальну проекції. Через 4_3 проводимо допоміжну горизонтальну площину рівня m (m_3). Будуємо його горизонтальну проекцію. Відкладаємо від осі конуса у додатному напрямку осі OY (див. горизонтальну проекцію) координату u_4 і проводимо горизонтальну лінію. Точка перетину цієї лінії з колом, що є горизонтальною проекцією лінії перетину конуса з горизонтальною площиною рівня, визначить горизонтальну проекцію – 4_1 . Фронтальна проекція точки 4 будується згідно з I та II законами проекційного зв'язку. Горизонтальні та фронтальні проекції точки 4 будуть видимі.

Отже, можна побудувати три проекції прямого конуса із наскрізним вирізом, заданим на фронтальній проекції (рис.2.3)

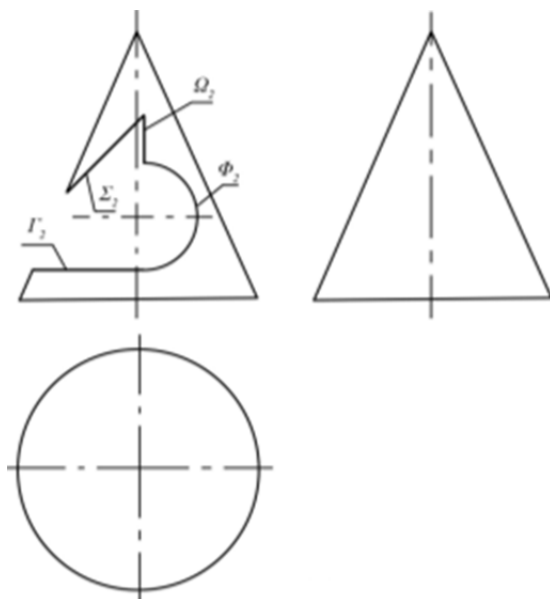


Рисунок 2.3

Цей виріз утворений фронтально-проектуючою площиною Σ , площиною профільного рівня Ω , площиною горизонтального рівня Γ і циліндричною поверхнею Φ . Наочне зображення цього конуса наведено на рис.2.4.

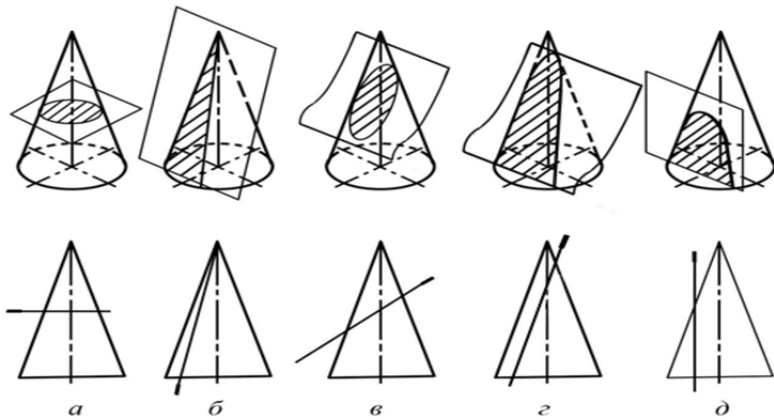


Рисунок 2.5

Площина Σ перерізає кінечну поверхню по еліпсу, проекціями якого є також еліпси, (рис.2.6). Відмічаємо опорні точки, якими в цьому випадку будуть точки I , 3 і $3'$. Точка I лежить на обрисній твірній конуса. Будуємо горизонтальну проекцію цієї точки, для чого з I_2 проводимо вертикальну лінію зв'язку до перетину з горизонтальною проекцією цієї твірної, яка співпадає з віссю основи конуса (див. горизонтальну проекцію). Для побудови профільної проекції точки I проводимо горизонтальну лінію зв'язку. Точка перетину цієї лінії зв'язку I_3 з профільною проекцією твірної і буде шуканою проекцією точки I (профільна проекція твірної співпадає з осьовою лінією конуса на площині P_3).

Потім, провівши з $3=3'$ горизонтальну лінію зв'язку, одержуємо профільні проекції точок $3(3_3)$ і $3'(3'_3)$, що належать обрисним твірним конуса (див. профільну проекцію). Далі, використовуючи координати Y_2, Y'_2 , одержуємо горизонтальні проекції точок 3_I і $3'_I$.

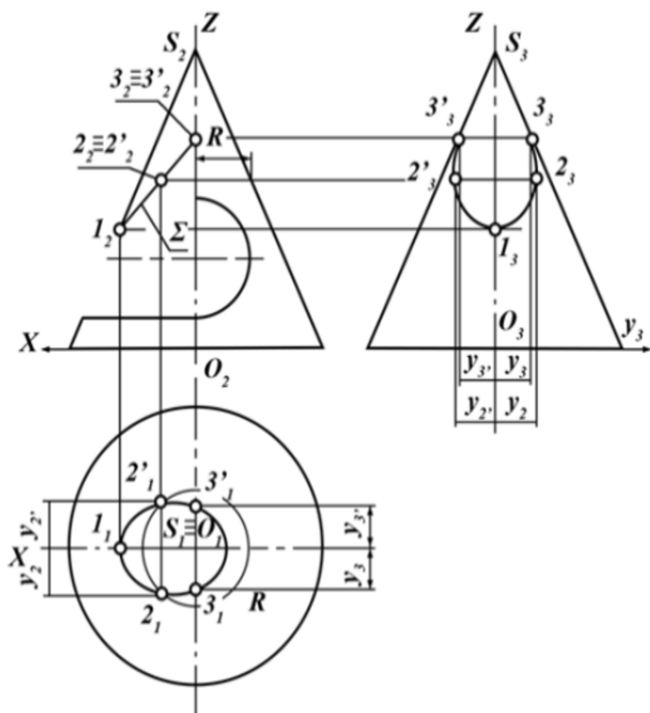


Рисунок 2.6

Для побудови горизонтальних і профільних проекцій проміжних точок 2 і 2' використовуємо один із способів, розглянутих раніше (спосіб твірних або спосіб кіл). З'єднавши за допомогою лекал горизонтальні і профільні проекції побудованих точок, одержуємо відповідно горизонтальну і профільну проекції лінії перетину конуса з площиною, як показано на рис.2.6. Побудовані проекції видимих ліній перетину зображено суцільною основною лінією.

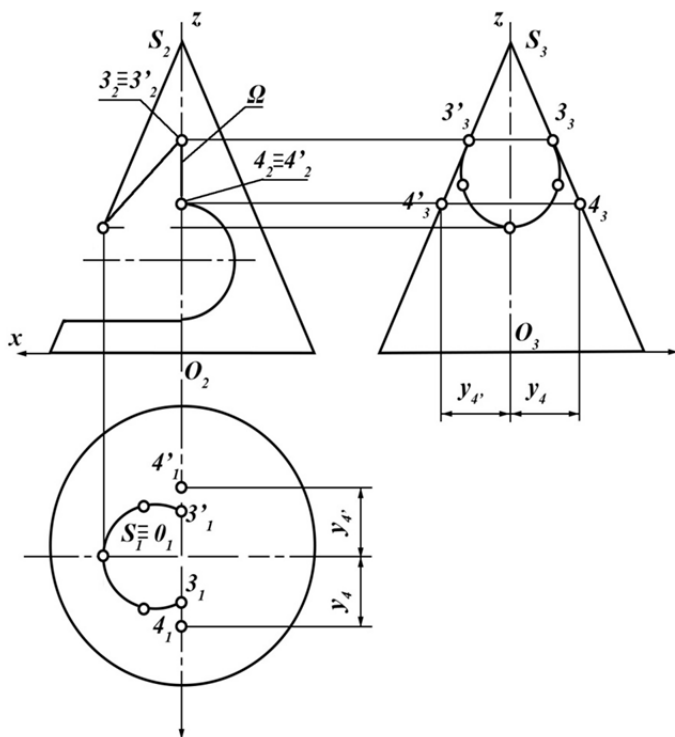


Рисунок 2.7

Площина Ω перерізає конус по твірних (прямих лініях), оскільки вона проходить через його вершину (рис.2.7). Тому для побудови проєкцій лінії перетину достатньо побудувати проєкції двох точок 4 і 4', які знаходяться аналогічно точкам 3 і 3'.

Розглянемо побудову лінії перетину конуса з циліндричною поверхнею Φ (рис.2.8). Опорними будуть точки 4, 4', 5, 5', 6, 6', 8, 8'. Характерним для точок 5 і 5' є те, що відстань між ними є найменшою на кривій, що розглядається. Ці точки лежать в площині Σ' , що проходить через вісь циліндричної поверхні Φ і перпендикулярна до правої обрисної твірної конуса (див. фронтальну проєкцію).

Проекції точок 8 і 8' знаходяться як само з точками 4 і 4'. Проекції інших точок визначаємо одним із способів, що описані раніше. Горизонтальну проекцію обрисної твірної циліндричної поверхні Φ показуємо невидимою (пунктирною) лінією, з'єднавши між собою проекції 6_1 і $6'_1$. Профільну проекцію лінії перетину площини Ω з циліндричною поверхнею $\Phi(\Phi_1)$, будемо, з'єднавши точки 4_3 і $4'_3$, як показано на рис.2.8.

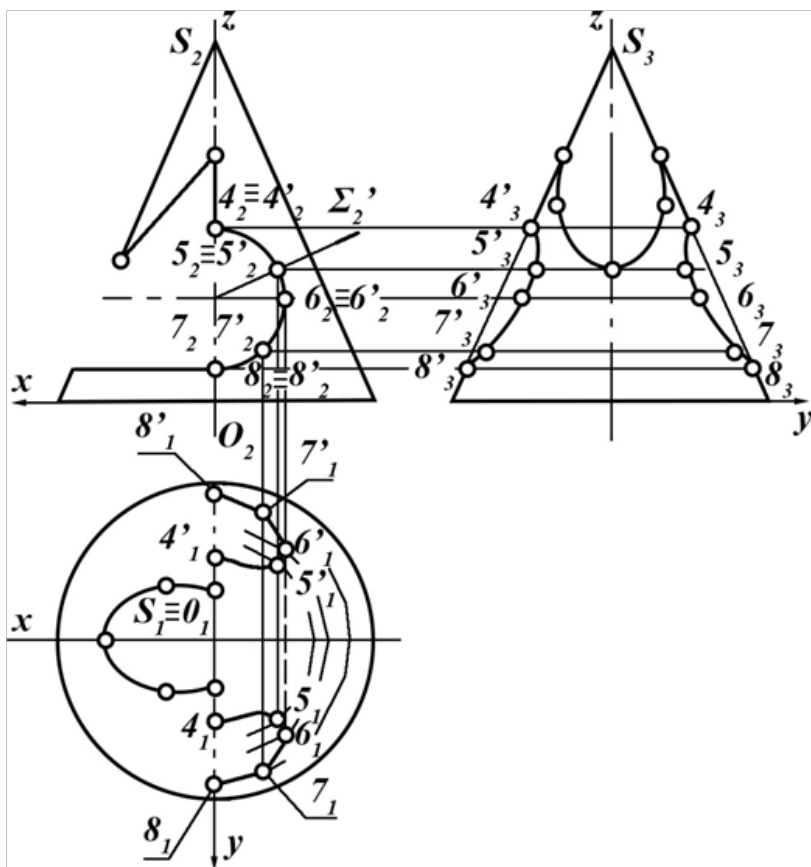


Рисунок 2.8

Отже, залишилось побудувати лінію перетину конуса з площиною горизонтального рівня Γ (рис.2.9).

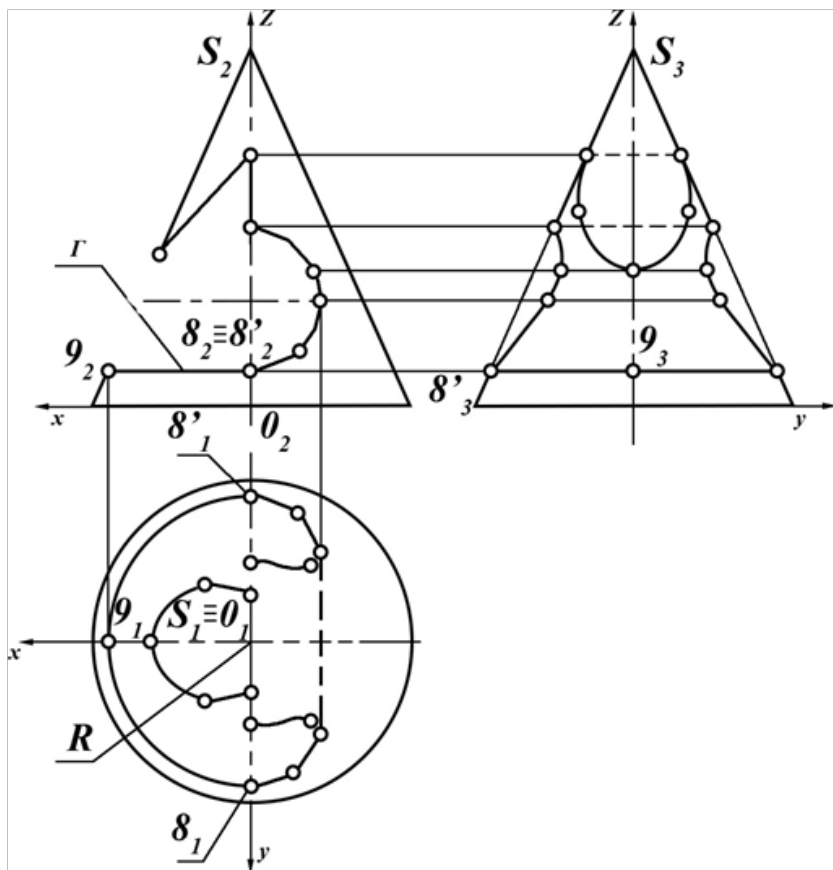


Рисунок 2.9

Площина Γ перпендикулярна до осі конуса. Вона перетинає його по колу радіуса R . Фронтальна і профільна проекції цього кола є відрізками прямих $9_2 8_2$ і $8_3 8'_3$. Для побудови горизонтальної проекції цієї лінії перетину з центром O_1 проводимо коло радіуса R . Всі проекції цієї лінії видимі.

Побудуємо натуральну величину перерізу конуса фронтально-проектуючою площиною $\Sigma (\Sigma_2)$ (рис.2.10).

У перерізі конуса повинен вийти еліпс. Фронтальна проекція великої осі еліпса (відрізок $I_2 5_2$) дорівнює її дійсній величині, мала вісь проеціюється на площину Π_2 в точку $3_2 \equiv 3'_2$. Будуємо горизонтальну проекцію великої осі еліпса, для чого знаходимо горизонтальні проекції точок $I (I_1)$ і $5 (5)$. Для побудови горизонтальної проекції малої осі, що дорівнює її натуральній величині, через середину відрізка $I_2 5_2$ проводимо допоміжну січну площину горизонтального рівня $\Gamma (\Gamma_2)$. Горизонтальна проекція одержаного кола (перерізу) радіуса R відсікає на лінії зв'язку, проведеної з $3_2 = 3'_2$, горизонтальну проекцію малої осі еліпса (відрізок $3_1 3'_1$). Для побудови горизонтальних проекцій проміжних точок $2, 2', 4, 4', 6, 6', 7, 7'$ застосовуємо один з уже відомих методів (метод твірних, або метод кіл). З'єднавши отримані проекції, одержимо горизонтальну проекцію еліпса. Слід мати на увазі, що на ділянці між точками $6-6'$ і $7-7'$ крива має розрив, тому що в цьому місці січна площина проходить через отвір (див. фронтальну проекцію конуса).

Для визначення дійсної величини перерізу використовуємо метод заміни площин проекцій. Вводимо площину Π , паралельну сліду Σ_2 . На лініях зв'язку, проведених через фронтальні проекції точок і перпендикулярних X_4 , відкладаємо від осі X_5 координати цих точок (y_1, y_2, y_3 і т.д.) й одержуємо проекції точок ($I_5, 2_5, 2'_5, 3_5, 3'_5, \dots, 6_5, 6'_5$) на площині Π_5 .

З'єднавши їх за допомогою лекал, одержуємо дійсну величину перерізу.

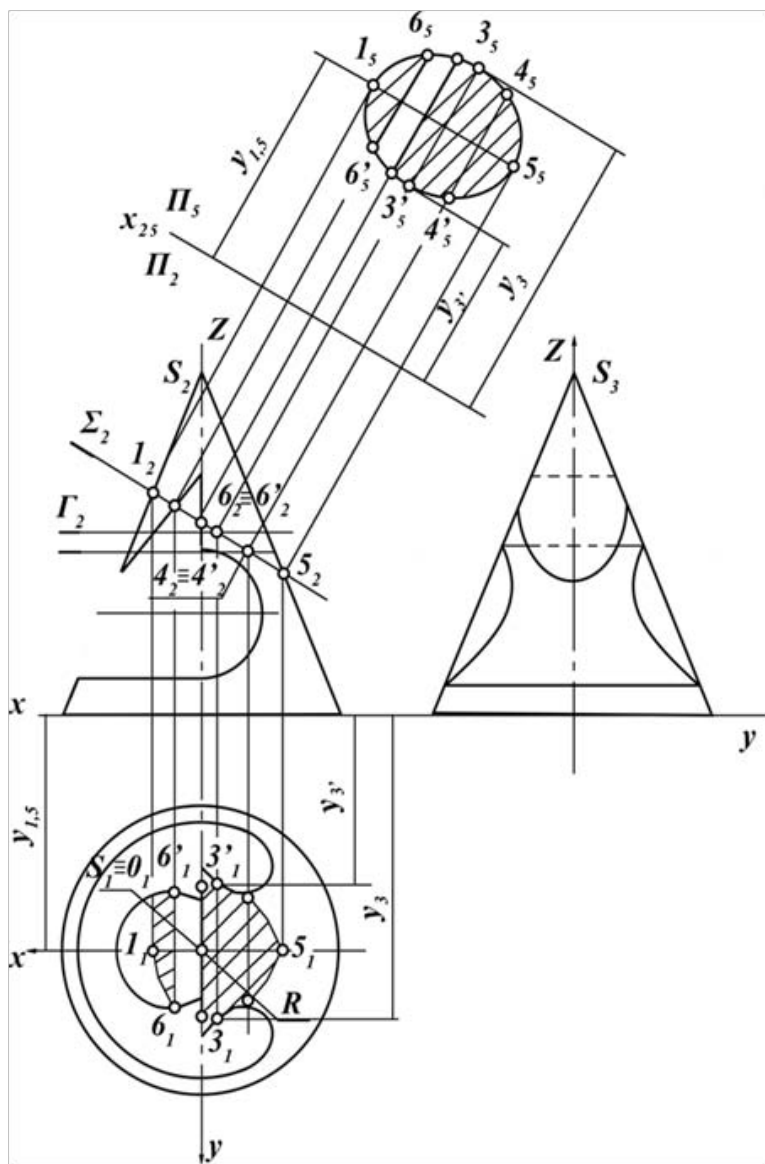


Рисунок 2.10

Побудуємо дійсну величину перерізу конуса горизонтально-проектуючою площиною $\Sigma(\Sigma_I)$ (рис.2.11).

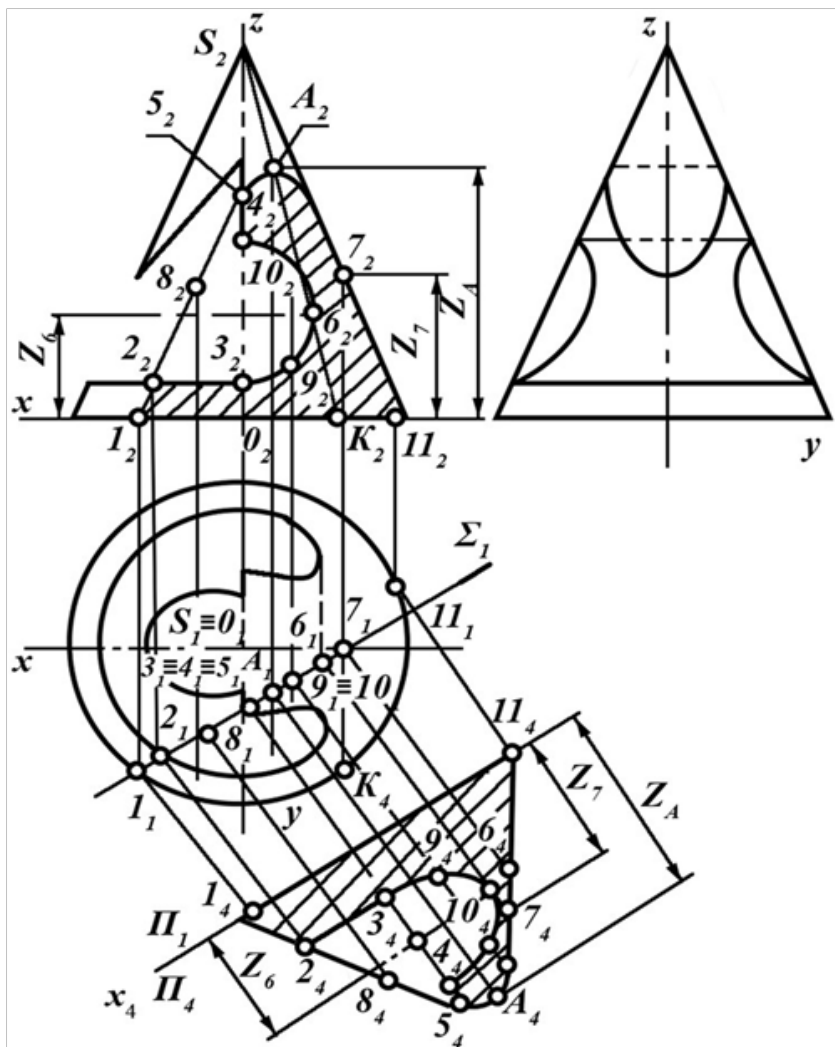


Рисунок 2.11

Ця площина перетинає конус по гіперболі (рис.2.5,д). Будуємо фронтальну проекцію перерізу. Точки I і II належать основі конуса. Точка A є вершиною гіперболи. Її горизонтальна проекція знаходиться на середині відрізка точок I_1 і II_1 . Фронтальну проекцію знаходимо, використовуючи твірну SK , проведену через цю точку. Фронтальні проекції проміжних точок 8 і 7 визначаємо за методами, розглянутими раніше. Площини вирізу конуса перетинаються з січною площиною по прямих лініях, які визначаються точками $2, 3, 4, 5$. Циліндрична поверхня Φ вирізу перетинається з площиною Σ по еліпсу, точками якого будуть точки $4, 10, 6, 9, 3$.

Для побудови дійсної величини перерізу використовуємо метод заміни площини проекцій. Введемо площину P_4 , паралельну площині Σ . Для побудови проекції точок на площині P_4 від осі X_{14} відкладаємо їх висоти (Z_1, Z_2 і т. д). З'єднавши проекції $2_4 3_4$ і $4_4 5_4$ прямими, а інші – плавною кривою, враховуючи розрив між 2_4 і 5_4 , одержимо проекцію перерізу на площині P_4 , яка і є його дійсною величиною, як показано на рис.2.10.

Побудуємо дійсну величину перерізу конуса профільно-проецюючою площиною Σ' (Σ'_3) (рис.2.12)

У перерізі конуса утворюється парабола (див. рис.2.5, з). Точка I – вершина параболи. Її профільна проекція I_3 знаходиться на обрисній твірній. Будуємо фронтальну проекцію I_2 цієї точки (фронтальна проекція цієї точки співпадає з осьовою лінією конуса).

Точки 12 і $12'$ знаходяться на основі конуса. Спочатку визначаємо їх горизонтальні проекції, використовуючи координату Y_{12} . Потім, провівши вертикальні лінії зв'язку з 12_2 і $12'_2$, знаходимо фронтальні проекції цих точок. Точки 4 і $4'$ знаходяться на обрисних твірних конуса (див. фронтальну проекцію). Проекції проміжних точок 8 і $8'$ знаходимо, використовуючи допоміжне коло радіуса R і координату Y_8 у перетинах площин вирізу з заданою площиною Σ виходять відрізки прямих відповідно $6-2, 2-3, 10-11$. При перетині циліндричної по-

верхні вирізу з площиною Σ виходить еліпс, точки якого – 3, 5, 7, 9, 11.

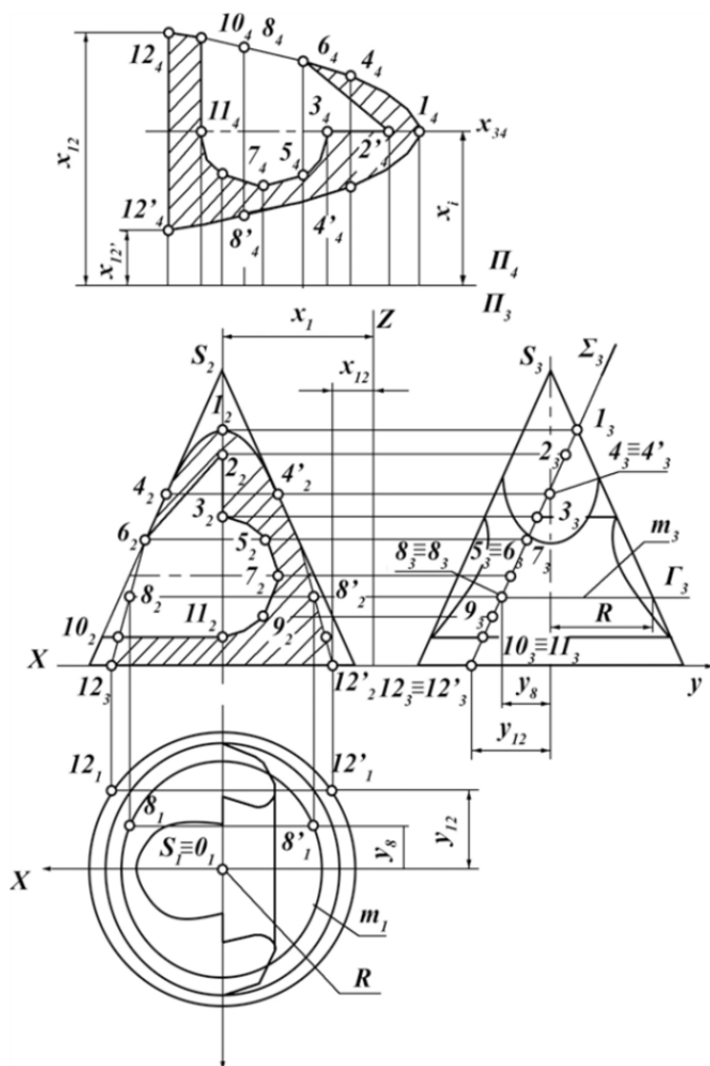


Рисунок 2.12

Для знаходження натуральної величини перерізу використовуємо метод заміни площин проекцій, для чого вводимо площину Π_4 . Проекції точок на цій площині будемо, відкладаючи вздовж осі x_{34} відрізки 1_3-2_3 , 2_3-3_3 і т.д., а координати цих точок (X_1 , X_2 , X_3 і т.д.)- від осі. З'єднавши b_4 з 2_4 , 2_4 з 3_4 , 10_4 з 11_4 прямими, а інші точки плавною кривою, врахуємо розрив між 10_4 і b_4 та одержуємо величину перерізу.

Питання для самоперевірки.

- 1 Яке геометричне тіло називається конусом?
- 2 За заданою профільною проекцією точки визначте горизонтальну і профільну проекції цієї точки на поверхні конуса.
- 3 За заданою фронтальною проекцією точки визначте її профільну й горизонтальну проекції.
- 4 Що називається перерізом?
- 5 Які геометричні фігури можна одержати в перерізах конуса?
- 6 Побудуйте перерізи різними проектуючими площинами.

ЛІТЕРАТУРА

1. В.В.Ванін, В.В.Перевертун, Т.М. Надкернична, Г.Г. Власюк. Інженерна графіка.-К.: Видавнича група BHV, 2009.- 400 с.:іл.
2. Фролов С.А. Начертательная геометрия. – М.: Машиностроение, 1978. – 238 с.
3. В. О. Гордон и М. А. Семенцов-Огиевский. Курс начертательной геометрии. М.: Наука, 1971 – 1976.
4. Власов М.П. Инженерная графика. – М.: Машиностроение, 1979. – 279 с.
5. В.Е.Михайленко. Инженерная графика. К. 1990

Для нотаток

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Для нотаток

[illegible]

Навчальне видання

АДАШЕВСЬКА Ірина Юріївна
КРАЄВСЬКА Олена Олександрівна

**Побудова перерізів циліндра та конуса
проекуючою площиною**

Методичні вказівки для для практичної та самостійної
роботи студентів з дисципліни нарисна геометрія та інженерна графіка
Для студентів вищих технічних навчальних закладів

За редакцією
Українською мовою

Роботу до видання рекомендував О.В.Шоман

Під. до друку 25.09.2017. Формат 60х84/16. Папір офсетний.
Друк — цифровий. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 2,5.
Наклад 100 прим. Зам. № 17-20917. Ціна договірна

Видавництво «НТМТ».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців
ДК № 1748 від 15.04.2004 р.
61072, м. Харків, пр. Науки, б. 58, к. 106.
E-mail: jornal_2016@ukr.net